

## 修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院 電気通信学研究科 博士前期課程 量子・物質工学専攻		
氏 名	田代 欣久	学籍番号 0333024
論 文 題 目	極低温準安定状態ヘリウム原子の量子反射の研究	

## [背景]

近年のレーザー冷却技術の進歩により、従来では観測不可能であった原子の波動性を顕著に表した様々な現象が実験的に観測できるようになった。

量子反射とは、光が屈折率の境界で反射するのと同様に原子がポテンシャルの境界で反射される現象である。量子反射が起こるためには、ポテンシャルの境界が原子の波長程度で急峻に変化する必要がある。常温において物質波の波長は pm 程度であるが、1mK の温度にレーザー冷却された He 原子では 50nm 程度の波長を持つ。

レーザー冷却された準安定状態 Ne (Ne\*) 原子を、Si 板にほぼ平行な角度で入射させ Si 板に対する法線方向の入射速度を数 mm/s とすることで、Ne\* が Si 板のつくるポテンシャルで量子反射することを F. Shimizu が実証した [1]。

## [目的]

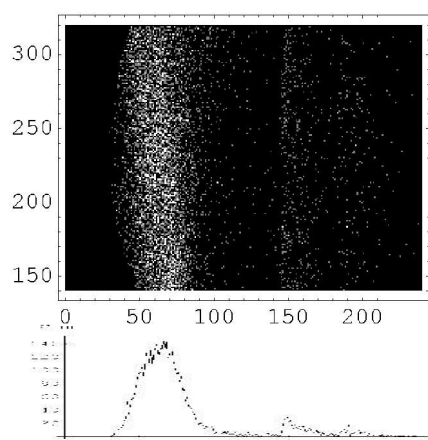
準安定状態 He (He\*) 原子は質量が小さいことで、Ne\* よりも高い量子反射率を得られることが理論により予想されている。He\* の Si 表面での量子反射の観測が本研究の目的である。

## [実験方法]

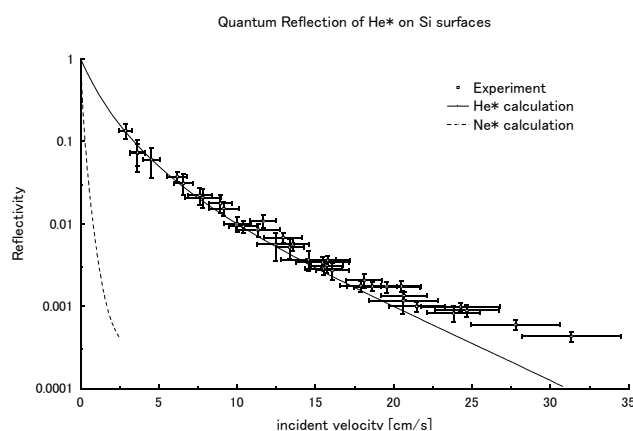
He 原子を DC 放電により準安定状態に励起し、レーザー冷却を行うことで、He\* を磁気光学トラップした。トラップした冷却 He\* に、共鳴するレーザー光パルス (Push 光) を照射することにより、重力方向に低速 He\* 原子線を取り出した。取り出された低速 He\* を MOT の下に設置した Si 板表面にほぼ平行の角度で入射することで、量子反射を観測した。原子の検出には、マイクロチャンネルプレート (MCP) を用いて、原子が MCP 表面に衝突した位置での MCP の蛍光板の蛍光を CCD で記録した。

He\* の Si 板に対する法線方向の入射速度は、MOT に照射する光パルスの長さを 0.1 ~ 0.3ms に変えることで 20 ~ 70m/s の範囲に Ne\* の落下速度を変化させることと、Si 板の傾きを鉛直から 1 ~ 10mrad 変化させることの組み合わせにより、3 ~ 30cm/s の範囲で可変とした。CCD で記録した蛍光の位置を多数回の実験により積算することで、反射率を計算するためのデータを得た。それぞれの速度につきおよそ 1 時間の積算を行い反射率を求めた。

He\* では、Ne\* と比較して 10 倍の法線方向入射速度で同等の反射率を得た。



MCPの像(R=3.7%,  $v_{in}$ =6.2cm/s, Si板の角度2.6mrad)



[1] F. Shimizu, Phys. Rev. Lett. 86, 987 (2001).